

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Analýza výrobních procesů hydrodynamických čerpadel

**Analysis of the Hydrodynamic Pumps Production
Processes**

Student:

Lubomír Charvát

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Libor Nečas

Ostrava 2013

Zadání bakalářské práce

Student: **Lubomír Charvát**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R040 Průmyslové inženýrství
Téma: **Analýza výrobních procesů hydrodynamických čerpadel**
Analysis of the Hydrodynamic Pumps Production Processes

Zásady pro vypracování:

1. Vymezení problému, cíle práce
2. Teoretická východiska – obecný popis výrobního procesu
3. Analýza současného výrobního postupu
4. Identifikace nedostatků, návrhy na zlepšení

Seznam doporučené odborné literatury:

TOMEK, Gustav. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 378 s. ISBN 978-80-247-1479-0.
ZELENKA, Antonín. *Projektování výrobních procesů a systémů*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007, 135 s. ISBN 978-80-01-03912-0.
MAŠÍN, Ivan; VYTLAČIL Milan. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902-2356-7.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Libor Nečas**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013




prof. Ing. Míř Hrubý, CSc.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 20. 5. 2013




.....
podpis student

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 20. 5. 2013



.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:	Lubomír Charvát
Adresa trvalého pobytu autora práce:	Rybízová 4
	Olomouc 77200

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

CHARVÁT, L. *Analýza výrobních procesů hydrodynamických čerpadel: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2013, 49 s. Vedoucí práce: Nečas, L

Bakalářská práce se zabývá analýzou výrobních procesů ve společnosti vyrábějící hydrodynamická čerpadla. Cílem je identifikovat nedostatky v současném stavu a navrhnout možná řešení, která by vedla k hospodárnosti. Na základě analýzy výrobního sortimentu je nalezeno klíčové pracoviště z hlediska výroby. Zde je zpracována studie využití časového fondu, při níž jsou provedeny snímky náhodně vybraných pracovních dnů. Další část práce se zabývá zpracováním výsledků a vyhodnocením z hlediska možného zvýšení produktivity. Jsou uvedena vhodná řešení pro odstranění vznikajících ztrát a pro zefektivnění rozpoznaných nedostatků.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

CHARVÁT, L. *Analysis of the Hydrodynamic Pumps Production Processes: bachelor thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2013, 49 p. Thesis head: Nečas, L

The bachelor thesis analyzes production processes in company producing hydrodynamic pump. The objective is identify deficiencies in the current situation and propose possible solutions that would lead to efficiency. Based on the analysis of the assortment is found main workplace of production. Here is made a study of the use of time fund in which images are made randomly selected working days. Another part deals with the processing of results and evaluation for possible increases in productivity. Be listed solution for the removal of the losses and to streamline the identified deficiencies

Obsah

Seznam použitých zkratek	7
1 Úvod	8
2 Teoretická východiska.....	9
2.1 Řízení výroby	9
2.1.1 Strategický management výroby	10
2.1.2 Taktický management výroby.....	11
2.1.3 Operativní management výroby.....	12
2.2 Výroba	13
2.2.1 Typologie výrobních systémů	13
2.2.2 Výrobní proces	15
2.3 Metody zkoumání a měření spotřeby času.....	18
2.3.1 Snímek pracovního dne	18
2.4 Druhy a složky spotřeby času ve výrobním procesu	20
3 Analýza současného stavu.....	22
3.1 Charakteristika firmy.....	22
3.2 Analýza výrobního programu.....	26
3.3 Definice stěžejního výrobního zařízení	30
3.3.1 Výběr součástí.....	30
3.3.2 Výběr výrobního zařízení	31
3.4 Studie využití časového fondu	33
4 Identifikace nedostatků, návrhy na zlepšení.....	45
5 Závěr	47
Seznam použité literatury	48
Seznam příloh.....	49

Seznam použitých zkratk

T	čas směny pracovníka	[min]
T _N	čas nutný (normovatelný)	[min]
T ₁	čas práce	[min]
T _{A1}	čas jednotkové práce	[min]
T _{B1}	čas dávkové práce	[min]
T _{C1}	čas směnové práce	[min]
T ₂	čas obecně nutných přestávek	[min]
T _{A2}	čas jednotkových obecně nutných přestávek	[min]
T _{B2}	čas dávkových obecně nutných přestávek	[min]
T _{C2}	čas směnových obecně nutných přestávek	[min]
T ₃	čas podmíněně nutných přestávek	[min]
T _{A3}	čas jednotkových podmíněně nutných přestávek	[min]
T _{B3}	čas dávkových podmíněně nutných přestávek	[min]
T _{C3}	čas směnových podmíněně nutných přestávek	[min]
T _Z	čas ztrátový (nenormovatelný)	[min]
T _D	osobní ztráty	[min]
T _E	technicko - organizační ztráty	[min]
T _F	ztráty z vyšší moci	[min]
U ₁	stupeň zaměstnanosti pracovníka	[%]
U ₂	podíl podmíněně nutných přestávek	[%]
U ₃	podíl zbytečné spotřeby času způsobené pracovníkem	[%]
U ₄	podíl zbytečné spotřeby času způsobené technicko – organizačními ztrátami	[%]
U ₅	podíl možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené pracovníkem	[%]
U ₆	procento možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené technicko – organizačními nedostatky	[%]
U ₇	celkové procento možného zvýšení produktivity práce	[%]
CNC	computer numeric control/ počítačově číslicově řízený	

1 Úvod

Průmyslové podniky i společnosti zabývající se službami čelí stále větší konkurenci a proto jsou nuceny efektivněji využívat zdroje. V dnešní době je vysoká produktivita rozhodujícím faktorem pro udržení se podniků v rámci evropského a světového trhu.

Cílem této bakalářské práce je analyzovat výrobní proces hydrodynamických čerpadel z důvodu zjištění nedostatků ve stávajícím procesu. Celý proces výroby čerpadel pro všechny segmenty trhu závislý na průběhu prací v jednotlivých a obzvláště klíčových pracovištích. Aby bylo využíváno plné kapacity těchto pracovišť, je nutné správně hospodařit s celkovými časy jednotlivých směn. Zároveň správné hospodaření s časovým fondem pracovišť zkracuje průběžnou dobu výroby a snižuje její nákladovost.

Po zhodnocení těchto aspektů jsem se rozhodl postupovat podle hierarchie řízení výroby a to od strategických cílů přes taktické až k operativním, proto abych zjistil časovou bilanci klíčového pracoviště. K dosažení tohoto cíle jsem vytyčil jednotlivé body s přihlédnutím na rozsah výrobního programu a samotnou kusovou výrobu čerpadel.

Předně chci zjistit důležité údaje o výrobním programu společnosti a to jeho analýzou. Poté vytipovat z ekonomického hlediska nejvýnosnější typ čerpadla.

Dále se zaměřím na hlavní součásti tohoto čerpadla. Zjistím nejdůležitější součást z hlediska výroby a montáže. Jelikož všechna hydrodynamická čerpadla mají obdobnou konstrukci, bude tato součást stejně významná i pro velkou část výrobního programu. Součást poslouží východiskem pro zjištění klíčového pracoviště, které vytipuji z jejího technologického postupu.

Na tomto pracovišti provedu analýzu spotřeby času pomocí pozorování a zápisu do snímků pracovního dne. Vyhodnotím tento snímek z důvodu identifikace nedostatků.

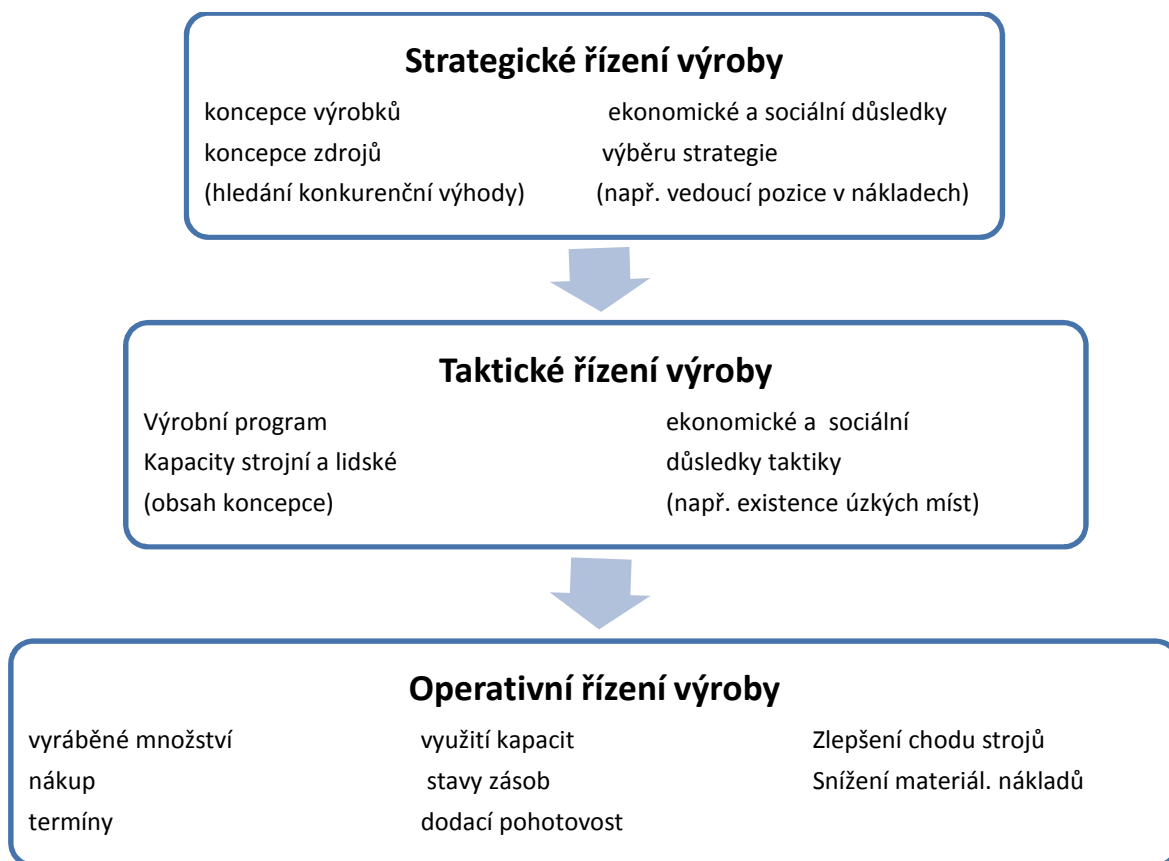
Závěrem bakalářské práce chci navrhnout vhodné řešení pro optimální využití času směny na pracovišti a zefektivnění výrobního procesu.

2 Teoretická východiska

2.1 Řízení výroby

Řízení výroby je optimalizace nakládání s výrobními systémy s ohledem na vymezené cíle. Optimalizací chápeme jako věcnou, časovou a prostorovou koordinaci výrobních systémů. Výrobní systémy zahrnují všechny činitele podléjící se na výrobním procesu např. prostory, zařízení, pracovníky, suroviny, energie, informace, odpady. Pojem cíl představuje stav, kterého má být v budoucnu dosaženo. Cíle mohou být celkové, všeobecné a specifické. Na základě úrovně a časového horizontu řízení výroby, k níž se cíle vztahují, rozlišujeme dlouhodobé strategické, střednědobé taktické a krátkodobé operativní cíle.

Z konkrétních podmínek lze dále vytyčit další dílčí cíle řízení výroby jako jakost a spolehlivost dodávek, vysokou pružnost výroby a rychle reagovat na požadavky zákazníka, zkracovat průběžné doby výroby, snižovat náklady, držet vysokou produktivitu, plynulost a rychlost materiálových toků, efektivně využívat výrobních kapacit a zabezpečit informovanost ve výrobních procesech. [1] [3]



Obr. 1 - Hierarchie řídicích úrovní managementu výroby [1] [4]

2.1.1 Strategický management výroby

Úkolem strategického managementu je vytvářet strategie firmy, které jsou východiskem k tvorbě cílů, plánování strategických opatření a vytváření předpokladů pro fungování firmy. Strategie firmy má zpravidla dlouhodobý dosah a tudíž musí být přizpůsobivá a pravidelně aktualizována. Strategie vychází z výkonů v oblasti finančního managementu, a proto sleduje hlavní ekonomické ukazatele. Z těchto ukazatelů strategie výroby určuje priority výrobních úkolů. Tyto úkoly mohou být zaměřeny na tyto aspekty:

- Výrobek/trh, tzn. určení oblasti výkonů ve vymezených trzích
- Zdroje, tzn. určení rozsahu zdrojů v oblasti výkonů
- Vytváření konkurenční pozice, tzn. určení záměrů z hlediska konkurence na vymezených trzích

Strategický management posuzuje problémy a cíle z hlediska ptačí perspektivy, u kterých nejsou jednotlivé dílčí části zcela patrné. Čím více možností mají nižší stupně hierarchie managementu tím rozsáhlejší je jejich rozhodovací oblast. Mezi základní okruhy strategického managementu výroby patří:

- strategie nových výrobků
- strategie nových trhů
- strategie odbytových cest
- strategie nových technologií
- budování konkurenčního prostředí

K dosažení optimálních strategických rozhodnutí je zapotřebí široká analýza okolí, šancí, rizik a možností. Mezi předpoklady k tomuto dosažení patří:

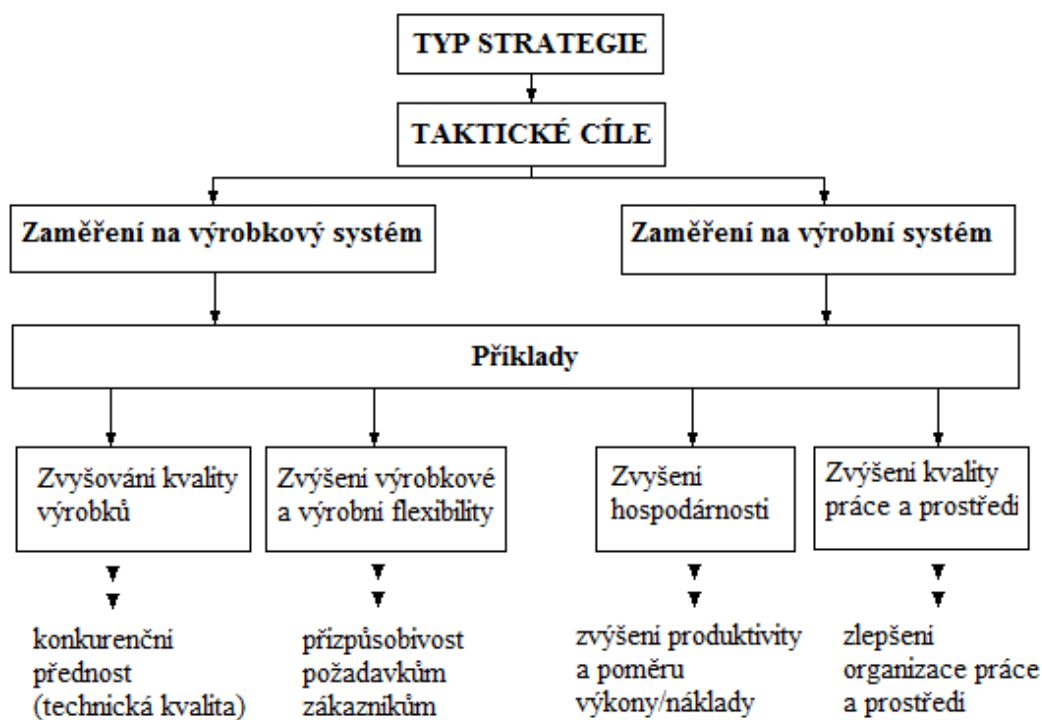
- poznání vývojových faktorů v okolí a jejich vliv na tvorbu výkonů
- zajištění potenciálu výroby a vytvořit předpoklad pro konkurenceschopnost [1]

2.1.2 Taktický management výroby

Úkolem taktického managementu výroby je samotná realizace strategie. Základní okruhy strategického managementu se začínají přibližovat konkrétním podmínkám v průběhu výrobního procesu. Jedná se o rozhodování o následujících aspektech:

- rozhodnutí o výrobku a jeho výrobní politice
- rozhodnutí o vybavení výrobního systému
- rozhodnutí o organizaci výrobního procesu

Taktické cíle musí zajistit růst hospodárnosti, flexibility, kvality atd. a lze je rozdělit dle jejich zaměření a to na výrobní systém a na výrobní systém.



Obr. 2 - Zaměření taktických cílů [1]

Taktika zaujímá postoj k tomu, které výrobky vyrábět, zda vyrábět nové nebo výrobky měnit či redukovat. K těmto účelům provádíme **analýzu výrobního programu**, do níž můžeme začlenit následující:

- analýza výrobního portfolia – BCG analýza, ABC analýza
- analýza cyklu životnosti výrobků
- analýza pyramidy stáří výrobního programu [1]

2.1.3 Operativní management výroby

Operativní řízení výroby je nejnižším stupněm v řídicí hierarchii a tím zahrnuje činnosti bezprostředně vykonávající. Na rozdíl od ostatních stupňů obsahuje rozsáhlý soubor aktivit. Operativní management má za úkol splnění vytyčených taktických cílů při optimálním využití zdrojů. Je zajišťováno odbornými útvary přímo na výrobním provozu vedoucími pracovníky, mistry, dispečery. Soustřeďuje se na řešení následujících obecných bodů:

- co vyrábět a plánovat, co organizovat a kontrolovat
- určit rozhodující opatření – stanovit cíle, způsob řízení, motivaci, formu kontroly a organizační uspořádání.
- určení podmínek řízení na základě vlastností výrobků
- analyzovat specifické možnosti výrobního procesu
- maximalizovat úsporu a hospodárnost řídicích a samotných prací

Zabývá se plněním svých specifických úkolů jako:

- určení sortimentu výroby pro dané období
- stanovení průběhu výroby z hlediska časového a prostorového
- zajištění opakovaných výrobních faktorů

Operativní řízení výroby lze rozdělit do jednotlivých subsystémů, které mají na starost následující:

- **Plánování výrobního procesu** - termíny, dávky, obsazení kapacit, plánování použití materiálu a plánování údržby strojů a zařízení
- **Řízení výrobního procesu** - vydávání pracovních informací a dokladů, přezkoušení pohotovosti zdrojů, rozdělení práce, řízení toku materiálu
- **Kontrolu výrobního procesu** - evidence množství a jakosti, spotřeba vlastních součástí, materiálu, náradí, strojů, práce. [1]

2.2 Výroba

Výroba je prostředkem k transformaci výrobních faktorů do věcných statků a služeb. Výrobní faktory nebo též zdroje lze rozdělit do následujících dvou skupin:

- Potencionální - můžeme je použít v transformačním procesu bez toho aniž by pozbyly účinku za delší časové období tj. pracovní síla a výrobní prostředky. Můžeme sem zařadit např. pozemky, budovy, stroje, práci, informace)
- Spotřební – v transformačním procesu jsou tyto výrobní faktory zcela nebo opakovaně spotřebované. Patří sem suroviny, materiál, zboží ale i do jisté míry kapitál

Při výrobě musí být cílem dosahovat co možná nejefektivnějšího využití všech výrobních faktorů. Snažit se vyrobit určité množství věcných statků s co nejnížší spotřebou, abychom vyloučili plýtvání s omezenými zdroji. K tomuto cíli užíváme různé racionalizační postupy popsané v dalších oddílech této práce.

2.2.1 Typologie výrobních systémů

Ve výrobě rozlišujeme různé výrobní systémy, tak jak výrobní proces nabývá odlišných forem. Analýzou těchto výrobních systému lze docílit správné použití řídicích, plánovacích, evidenčních metod z hlediska volby výrobních zařízení, organizačního uspořádání apod. Výrobní systémy rozdělujeme podle charakteru výroby a typu výroby.

Charakter výroby

Z hlediska charakteru složek výrobního procesu.

- Pracovní proces
- Technologický proces
- Přírodní proces
- Kontrolní proces
- Manipulační proces
- Udržovací proces

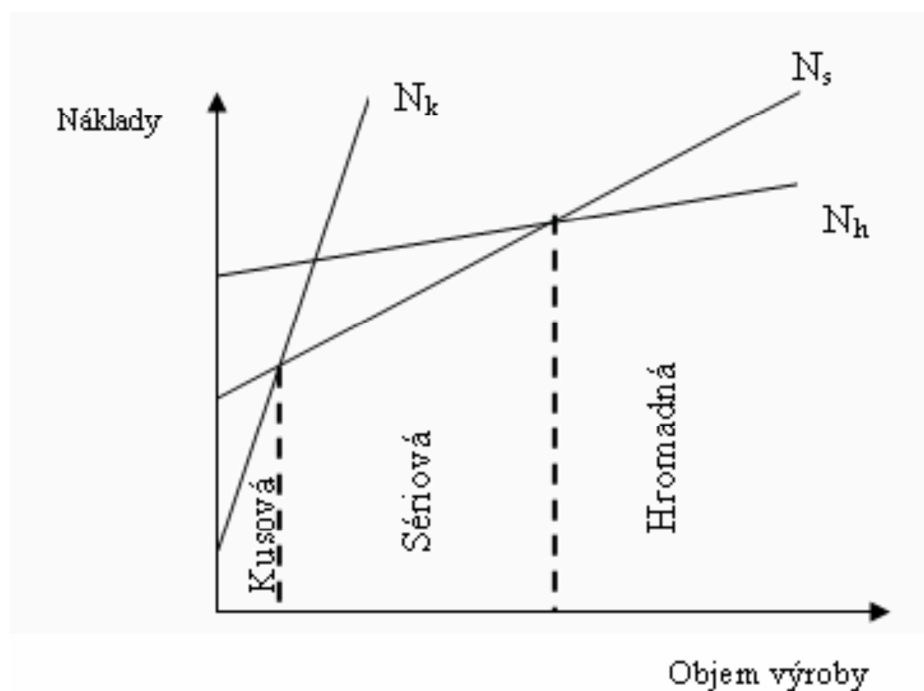
Typ výroby

Vztahem mezi objemem výroby a počtem druhů výrobku lze výrobní systém rozdělit do následujících skupin:

- Kusová
- Sériová
- Hromadná

Rozdíly v druhu užitých technologií a její organizaci výroby se odráží ve výši nákladů na její realizaci. Kusová výroba se vyznačuje nízkými prvotními náklady na daný typ výrobku, ale s objemem výroby náklady prudce stoupají. U hromadné výroby musíme pro realizaci výrobku vynaložit velké prvotní náklady, ale s objemem výroby tyto náklady rostou jen velice mírně. Sériová výroba je střední hodnotou mezi těmito dvěma případy.

Kusová, sériová a hromadná výroba se také liší v reakci na individuální přání zákazníka či různorodosti výrobků. Nejvíce přizpůsobivá je v tomto případě kusová výroba, jelikož její vybavení je navrženo tak, aby bylo co nejvíce univerzální. Obtížné někdy téměř nemožné je dosažení reakce na zákazníka v sériové a hromadné výrobě. V případě sériové a hromadné výroby bývá užíváno specializované a automatizované strojní vybavení, které postrádá variabilitu. [1] [3]



Obr. 3 - Zaměření taktických cílů

2.2.2 Výrobní proces

Výrobní proces v strojírenském závodu můžeme definovat, jako přeměnu vstupních materiálů na výstup v podobě hotového výrobku. K této přeměně užíváme prostorové a časové struktury, která určuje vztahy mezi jednotlivými pracovními a technologickými místy a úseky výroby. Struktura zahrnuje jejich vybavenost, dispoziční rozmístění a organizaci včetně vazeb mezioperační dopravy, pracovní prostředí a ovlivňujících faktorů okolí. Výrobní proces je zdroj logických informací o organizačním uspořádání technologií, metodách a časových průběhů operací.

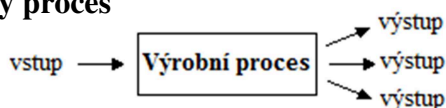
Členění výrobního procesu

Z hlediska výrobního programu rozlišujeme tyto druhy výrobních procesů:

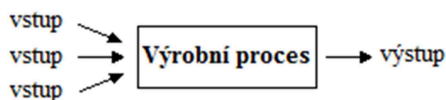
- **Hlavní výrobní proces** – zaměřuje se na základní výrobní program a výrobu finálních výrobků, které jsou určeny distribuci.
- **Doplňkový výrobní proces** – zabývá se zhotovením pomocných zařízení a činností, které napomáhají a zefektivňují výrobu finálních výrobků.
- **Obslužný výrobní proces** – zabezpečuje pro hlavní a vedlejší výrobu všechny druhy energií a služeb jako například manipulace, přepravu, skladování apod. [2]

Z hlediska struktury výrobního procesu a jeho materiálového toku rozlišujeme tyto druhy výrobních procesů: [4]

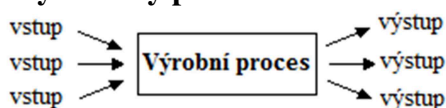
- **Analytický proces**



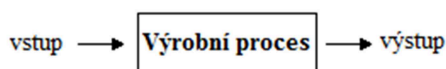
- **Syntetický proces**



- **Analyticko-syntetický proces**



- **Materiálově neutrální proces**



Výrobní postup

Je základní dokument pro realizaci racionálního výrobního procesu, v němž je přesně definován předpis počtu, pořadí a podmínek jednotlivých činností. Lze rozdělit dva typy výrobních postupů a to:

- Technologický postup – obsahuje sled technologií jako obrábění, tepelného zpracování apod., které jsou nutné pro přeměnu v pracovním procesu.
- Pracovní postup – zahrnuje činnosti pracovníka jako obsluha, montáž, kontrola apod.

Dílčí části mohou být ve výrobním postupu ruční, strojně ruční, montážní, dopravní, kontrolní apod. Podle použité technologie nebo pracovních postupů dělíme tyto dílčí části následovně:

Operace – je část výrobního postupu, která se realizuje na jednom pracovišti se stejným předmětem práce, např. frézovat, vrtat, soustružit, řezat apod. Provádí ji jeden nebo několik pracovníků či strojů. Operace je základní jednotkou pro plánování, řízení a organizaci výroby. Dále operaci členíme na úseky a úkony.

Operační úsek – představují dílčí ukončený technologický postup např. frézování plochy A, navazuje frézování plochy B apod.

Operační úkon – je základní pracovní činností se stejným charakterem např. vyjmout součást, upnout hřídel, spustit stroj apod.

Pracovní pohyb – představuje nejmenší část operačního úseku, kterou můžeme ještě měřit např. uchopit hřídel, přenést hřídel do upínacího přípravku, ustavit obrobek apod.

Pro správnou funkci výrobního postupu je důležité zařadit některé nezbytné operační činnosti, mezi které patří stanovení pořadí operací, kontrola operací a určení vhodného počtu operací. [2]

Paretova analýza

Je nazývána též jako ABC analýza a využívá se v ní Paretova principu, který říká, že 80% výskytu nějakého jevu způsobuje 20% příčin nebo položek. Poměr 80/20 je vypořizovaný a pouze orientační. Tohoto principu můžeme užít jak v ekonomických, technických, logistických a jiných odvětvích, tak i v běžném životě. Paretovým diagramem lze získat následující přínosy:

- Identifikace nejvýznamnějších příčin daného problému
- Efektivní ilustrace přínosů procesu zlepšování
- Zobrazení oblastí a jejich podíl na celkovém výsledku

Postup při zpracování Paretova diagramu:

- Identifikace položek, které souvisí s daným procesem
- Určení kritéria, podle kterého uvedené položky budeme hodnotit
- Určení absolutních četností u jednotlivých položek
- Seřazení položek podle jejich četností
- Určení kumulativních četností u jednotlivých položek
- Tvorba Paretova diagramu kde budou jednotlivé položky seřazeny od největší po nejmenší a vykreslena Lorenzova křivka kumulativních četností. [8]

2.3 Metody zkoumání a měření spotřeby času

Metody, jimiž se zkoumá a měří časová spotřeba lze rozdělit na rozborové a sumární. Rozborové metody nám ukazují objektivní spotřebu času a určují přesný časový standard. Sumární metody nám udávají nepřesnou spotřebu času jako například norma dočasná a prozatímní.

Mezi rozborové metody patří:

- **Metody rozborově výpočtové** – propočet dle schválených normativů spolu s normativy úkonovými a pohybovými.
- **Metody rozborově porovnávací** – propočet na základě porovnání vymezených částí operace pro obdobné výrobky
- **Metody rozborově chronometrážní** – snímkování operace a chronometráž plynulá, výběrová, obkročná
- **Metody kombinované** - kombinace propočtu a chronometráže
- **Výpočty pomocí programu na PC**

Mezi metody sumární patří porovnávací metoda, metody bodovací, statistické, dotazováním nebo evidence ze stávajících dokladů.

Postupy, jimiž se nejen zkoumá vykonaná práce, ale zároveň měří spotřeba času, se nazývá snímkování práce. Snímkování práce můžeme rozdělit z hlediska zaměření na konkrétní operaci či pracovní směny následovně:

- **Snímek pracovního dne** – snímek pracovního dne jednotlivce, snímek pracovního dne čety, hromadný snímek pracovního dne, vlastní snímek.
- **Snímek operace** – plynulá chronometráž, obkročná chronometráž, výběrová chronometráž, snímek průběhu operace, filmový snímek, videozáznam.

2.3.1 Snímek pracovního dne

Zkoumá celou pracovní směnu a vyhodnocuje ji pomocí jednotlivých složek času a jejich podílu na celkovém výskytu. Pomocí snímku pracovního dne jednotlivce zjistíme míru využití pracovníka a jemu svěřeného stroje. Snímek pracovního dne užíváme jako výchozí podklad pro posouzení následujících oblastí. [7]

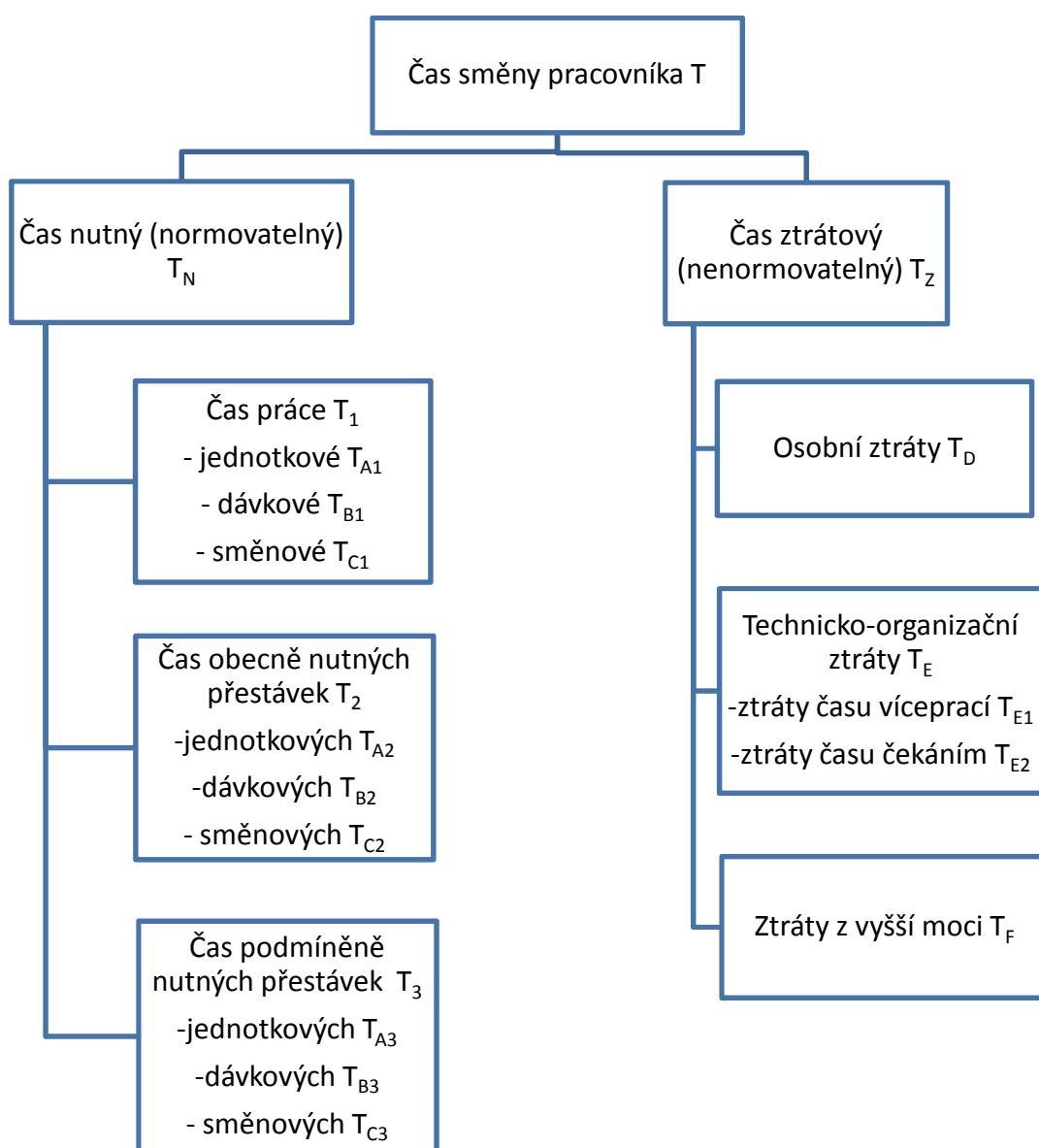
Využití výsledků snímku pracovního dne:

- pro analýzu a návrh opatření pro zdokonalení,
- pro rozbor časové náročnosti jednotlivých úkonů
- pro podklad při tvorbě normativů,
- k zjištění ztrátových časů
- pro zjištění důvodu nízkého výkonu.

Metodika tvorby snímku pracovního dne:

- **Příprava k pozorování** - V přípravě provedeme vymezení cíle snímku a plánu měření, dále se seznámíme s pracovištěm a vybereme pracovníka obsluhy daného pracoviště. Zjistíme, jaké se používá na daném pracovišti vybavení a jaké jsou pracovní podmínky.
- **Pozorování měření a zaznamenávání** - do pozorovacího listu zaznamenáváme všechny prováděné činnosti pracovníka a jejich časovou spotřebu.
- **Vyhodnocení snímku** – pomocí spotřeby jednotlivých časů provedeme výpočet ukazatelů, kterým zjistíme bilanci spotřeby času a graficky znázorníme
- **Vypracujeme vhodné technickoorganizační opatření** pro nárůst produktivity, hospodárnosti apod. [6]

2.4 Druhy a složky spotřeby času ve výrobním procesu



Obr. 4 – Rozdělení času směny pracovníka [6]

Čas nutný (normovatelný) T_N

- **Čas práce T_1** – představuje nejdůležitější složku využití práce směny k vykonání fyzické práce, která přidává hodnotu výrobku nebo je nutná pro splnění úkolu. Čas práce se dále dělí se na tři složky:
 - **Čas jednotkové práce T_{A1}** je čas, při němž se vykonává činnost při výrobě jednotlivých kusů v dané operaci (srážení hran, upínání, vyhrubování apod.)
 - **Čas dávkové práce T_{B1}** je čas, který je vztažen k výrobní dávce a zahrnuje opatření pro její výrobu (upnutí nástroje, seřízení stoje, prostudování podkladů)

- **Čas směnové práce T_{C1}** je čas přípravy pracoviště před zahájením směny (doplnění kapalin, čištění stroje, uložení nářadí, apod.)
- **Čas obecně nutných přestávek T_2** – představuje všechna nutná přerušení práce z důvodu potřeb pracovníka po různém pracovním vytížení.
 - **Čas jednotkových obecně nutných přestávek T_{A2}** představuje povinný odpočinek pracovníka vyplývající z druhu vykonávané práce (fyzickým zatížením, sálavým teplem, chemickým vlivem prostředí, apod.)
 - **Čas dávkových obecně nutných přestávek T_{B2}** povinný odpočinek pracovníka po ukončení výroby jednotlivých dávek
 - **Čas směnových obecně nutných přestávek T_{C2}** zahrnuje čas pro vykonání osobních potřeb a pro zákonem stanovenou přestávku na jídlo nebo oddech u zvláště obtížných prací.
- **Čas podmíněně nutných přestávek T_3** čas při kterém pracovník nevykonává činnost z důvodu čekání na předešlé většinou strojní operace.
 - **Čas jednotkových podmíněně nutných přestávek T_{A3}** představuje čas čekání na dokončení strojové práce nebo čekání na dokončení předchozí operace (čekání na přivolaný jeřáb, na seřízení stroje, apod.)
 - **Čas dávkových podmíněně nutných přestávek T_{B3}** zahrnuje čekání po jednotlivých dávkách (čekání na seřizování upínačů, čekání na ukončení zkušebního chodu stroje, apod.)
 - **Čas směnových podmíněně nutných přestávek T_{C3}** zahrnuje čas čekání na najetí strojů do provozních parametrů na počátku směny (dosažení předepsaných teplot, vymezení trhavých pohybů)

Čas ztrátový (nenormovatelný) T_Z

- **Osobní ztráty T_D** jsou ztráty, které zapříčiní pracovník v průběhu směny např. rozhovory s kolegy, pozdní a předčasné odchody z pracoviště, oprava zmetků, vyřizování osobních záležitostí, přestávky na kouření.
- **Technicko-organizační ztráty T_E** jsou ztráty zapříčiněné špatnou organizací práce, které nejsou způsobeny pracovníkem, kdy dochází k vícepracím a ztrátám vznikajících při čekání na opravu stroje nebo nástrojů, při čekání na materiál apod.
- **Ztráty z vyšší moci T_F** patří mezi ně ztráty způsobené vlivem prostředí, jako například živlů kdy dojde k výpadkům elektrické energie apod. [5] [6]

3 Analýza současného stavu

3.1 Charakteristika firmy

V této části analýzy představuji tuzemskou akciovou společnost s dlouholetou tradicí výroby, patřící k nejvýznamnějším výrobcům čerpací techniky v České republice, též s výrazným podílem exportu svých výrobků na trhy střední a východní Evropy.

Podnikatelská činnost společnosti je orientována na vlastní výrobu čerpadel a jejich částí v odvětví průmyslových čerpadel. V současnosti je hlavním a rozhodujícím článkem firmy **divize Průmyslová čerpadla**, kde podnik profituje zásadně v kusových dodávkách.

Společnost vlastní osm tuzemských dceřiných společností a čtyři zahraniční dceřiné společnosti a pobočky. Nejvýznamnější z nich se specializuje na inženýrskou činnost a dodávky investičních celků v oboru čerpací techniky se zaměřením na komplekci velkých průmyslových čerpacích stanic a jejich okruhů. Dále se dceřiné firmy podílí na výzkumu a vývoji nových typů čerpadel, a na poskytování komplexních služeb spojených s provozováním čerpadel, čerpacích stanic, jejich instalací, pravidelným servisem a technickým poradenstvím.

Celková kvalita je zajištěna systémem kvality dle ISO 9001:2009. Daný systém kvality a jeho důsledné a efektivní užívání bylo prokázáno kontrolním auditem provedený auditory TUV NORD Czech.

Z ekonomického hlediska se společnost řadí mezi velké podniky s rostoucí tendencí, která zaměstnává 468 pracovníků. Hlavní ukazatele hospodaření společnosti pro rok 2012 jsou shrnuty v následující tabulce 1. [10]

Hospodářský výsledek	129 mil. Kč
Výkony	667 mil. Kč
Celková aktiva	1168 mil. Kč
Dlouhodobí majetek	700 mil. Kč
Celková pasiva	914 mil. Kč
Vlastní kapitál	484 mil. Kč

Tab. 1 – Hlavní ukazatele hospodaření společnosti pro rok 2012

Výrobní program společnosti

Současný výrobní program tvoří více než 70 konstrukčních řad, středních, těžkých a unikátních hydrodynamických čerpadel v horizontálním a vertikálním provedení. Jednotlivé typové řady jsou dále rozvedeny do mnoha velikostí a provedení.

Ve společnosti převládá kusová a kusová opakovaná výroba se syntetickým výrobním procesem. Tento technologický předpoklad do značné míry ovlivňuje vybavenost a celou organizaci výrobního procesu. Podnik profituje zásadně v kusových dodávkách.

Výnosnými oblastmi realizace průmyslových čerpadel společnosti jsou zejména:

- klasická a jaderná energetika,
- vodní hospodářství průmyslových podniků,
- závlahy a odvodnění,
- hutnictví a strojírenství,
- těžba surovin,
- chemii a petrochemii,
- kalová hospodářství a čistírny odpadních vod,
- dodávky pitné vody.

Výstupy jsou odbytově realizovány jako kusové dodávky přímo k odběratelům, nebo mohou být prostřednictvím dceřiných společností holdingu zpracovány do investičních celků, a uplatněny na tuzemských a zahraničních trzích

Nejvýznamnější část výrobního sortimentu tvoří následující skupiny čerpadel:

- napájecí čerpadla
- podávací čerpadla
- kondenzátní čerpadla
- chladicí čerpadla
- závlahová a odvodňovací čerpadla
- čerpadla pro surovou a znečištěnou vodu [10] [11]

Vize a cíle společnosti

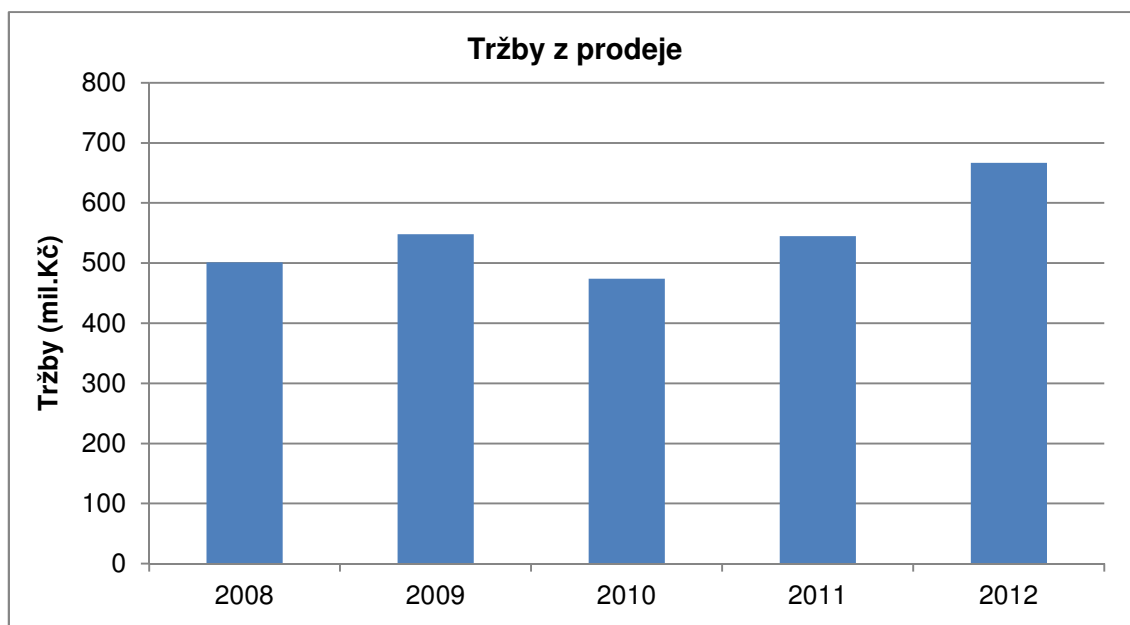
Společnost podniká v oboru čerpadel už skoro 150 let. Během této doby nashromáždila obrovské množství znalostí, poznatků a zkušeností a vydobyla si jisté postavení na trhu čerpadel nejen v České republice, ale i zahraničí.

Základní kameny současné strategie jsou:

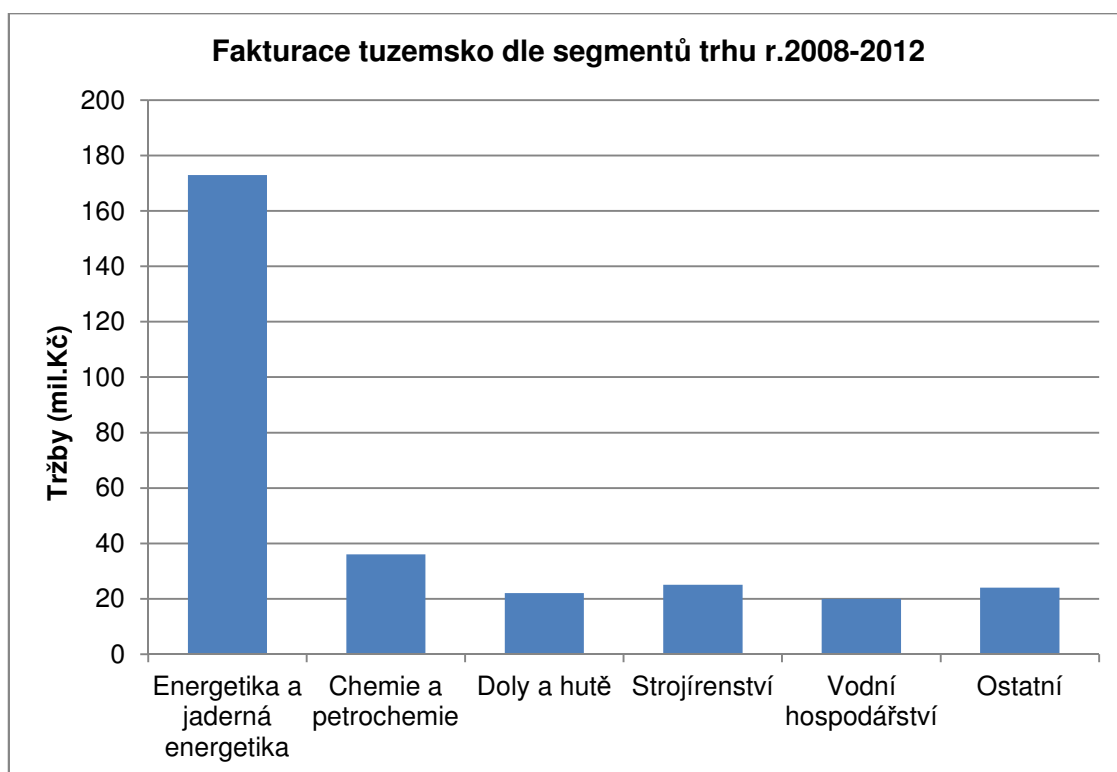
- upevnit a rozšířit postavení v oboru čerpadel a čerpacího zařízení na tuzemském i zahraničním trhu,
- zaměřit svou strategii na výnosné části trhu,
- podpořit část trhu s tendencí růstu,
- posílit ekonomickou stránku společnosti, zvýšit hospodářský výsledek a navýšit kapitál.

Posouzení stávajícího stavu

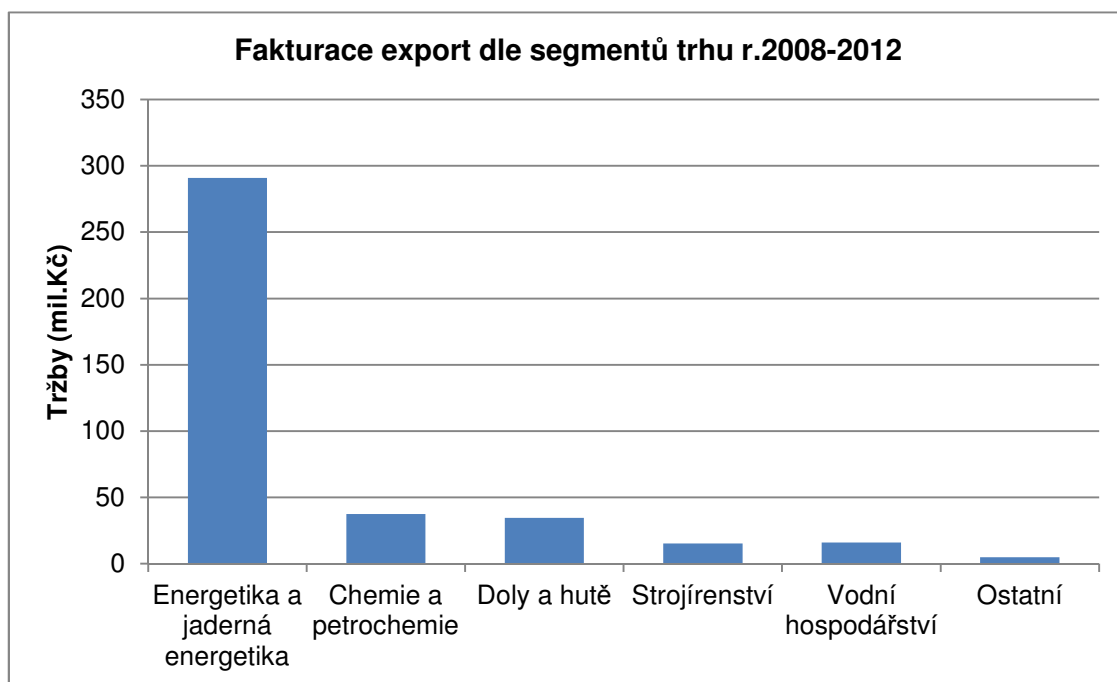
Při pohledu na graf 1 níže je patrné, že výkony i výkonová spotřeba po odeznění ekonomické krize začíná stoupat. Z grafu 2 a grafu 3 je zřejmé, že největší tržní sílu jak v segmentu tuzemském tak v zahraničním, tvoří oblast energetiky a jaderné energetiky. Proto je důležité se na tuto oblast po strategické stránce zaměřit.



Graf 1 - Tržby z prodeje za období 5-ti let.



Graf 2 – Fakturace tuzemsko dle segmentu trhu r. 2008 – 2012



Graf 3 – Fakturace tuzemsko dle segmentu trhu r. 2008 - 2012

3.2 Analýza výrobního programu

Všeobecné pojmy a základní údaje v konstrukci čerpadel.

Čerpadla patří do skupiny hydraulických strojů, které plní významnou úlohu při dopravě kapalin. Hydraulické stroje aplikují výsledky z hydromechaniky pro přeměnu energie mechanické na energii hydraulickou a naopak, přičemž využívají kapalinu jako pracovní látku. Hlavními parametry čerpadel jsou: průtok- Q , dopravní výška- H , otáčky - n

Dělení čerpadel

- Hydrodynamická čerpadla: Přeměna energie probíhá nepřímo na lopatce rotujícího oběžného kola. Užívají se oblasti dopravy velkých objemů vody v řádech m^3/s a menších tlaků. Oproti hydrostatickému čerpadlu v nich tekutina proudí rovnoměrně bez pulzací a mají také nižší pořizovací náklady.
- Hydrostatická čerpadla: Přeměna energie probíhá přímo na pístu, membráně, zubu, který se pohybuje přímočaře nebo rotačně. Používají se zejména v oblasti velkých tlaků v řádech MPa a menších průtoků. Účinnost čerpadel hydrostatických je větší než u hydrodynamických

Hlavními konstrukčními znaky jsou:

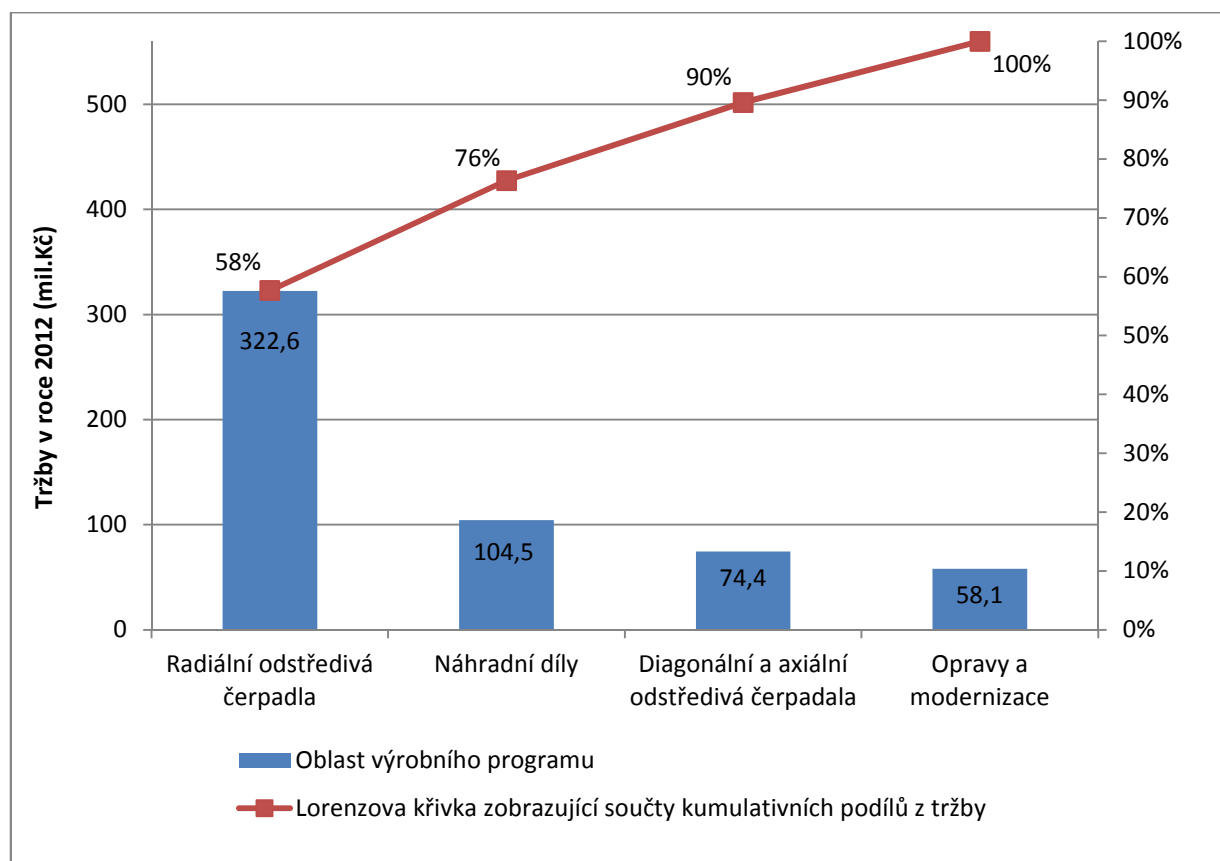
- Poloha hřídele – horizontální a vertikální
- Počet stupňů – jednostupňová a vícestupňová
- Počet proudů – jednoproudové a dvouproudové
- Průtoku kapaliny oběžným kolem

Odstředivá – Radiální a Diagonální

Vrtulová – Axiální [9]

Stanovení výnosných oblastí výrobního programu

Pro vytipování ekonomicky nejvýnosnějšího čerpadla provedu Paretovu analýzu. Z důvodu velkého množství vyráběných typových řad čerpadel rozdělím analýzu na dvě části. Nejprve celého výrobního programu a poté konkrétní oblasti kde tržby dosahují maxima.

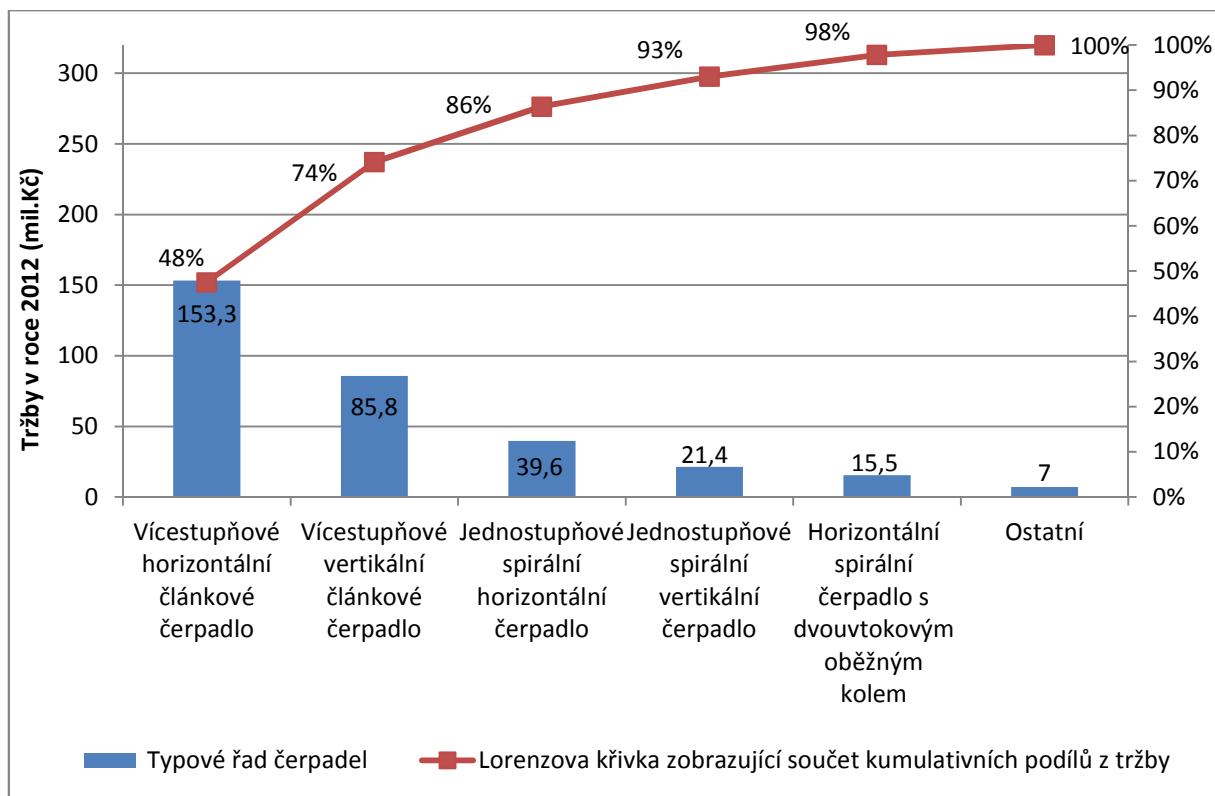


Graf 4 - Paretův diagram podílu tržeb z jednotlivých oblastí výrobního programu

Na výše uvedeném grafu 4 je patrné, že výnosnou oblastí výrobního programu je oblast radiálních odstředivých čerpadel, zde jsou tržby maximální a jejich podíl na celkové tržbě je 58%. Tato oblast je vhodná pro další analýzu.

Společnost vyrábí tyto typy radiálních odstředivých čerpadel:

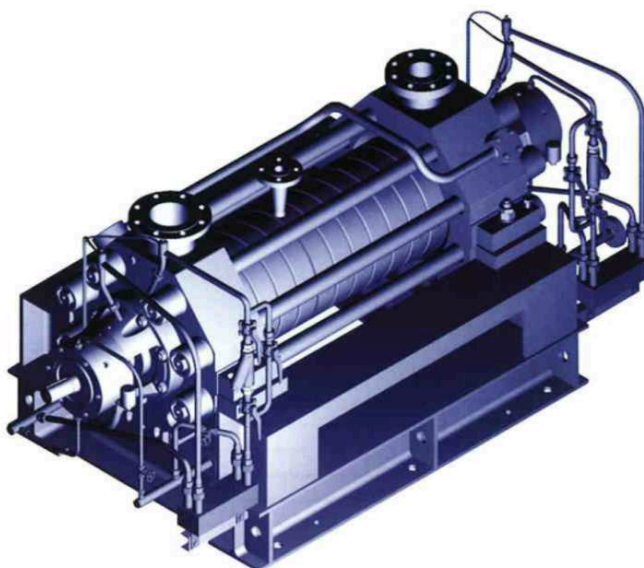
- vícestupňové horizontální článkové čerpadlo
- vícestupňové vertikální článkové čerpadlo
- jednostupňové spirální horizontální čerpadlo
- jednostupňové spirální vertikální čerpadlo
- horizontální spirální čerpadlo s dvouvrtkovým oběžným kolem



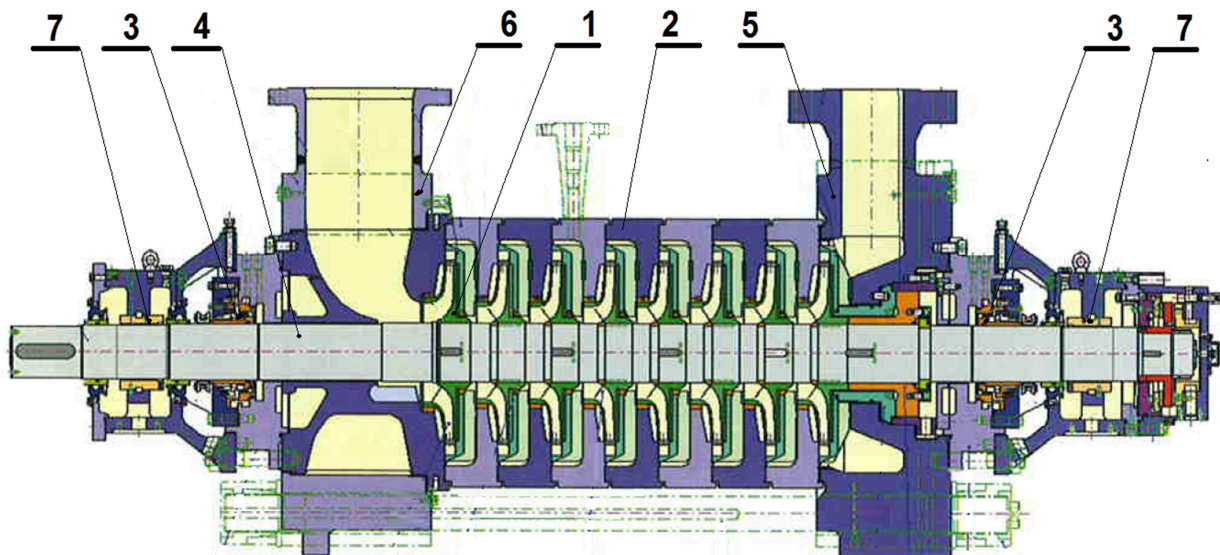
Graf 5 - Paretův diagram podílu tržeb z jednotlivých typových řad radiálních čerpadel

Z grafu 5 vidíme, že vícestupňové horizontální článkové čerpadlo má největší podíl na tržbě a to 48% a jeho tržby za rok 2012 dosahují 153,3 mil.

Toto čerpadlo se užívá v oblasti energetiky, kde má užití k napájení parních kotlů v konvenčních elektrárnách, teplárnách a energetických centrálách průmyslových podniků, nebo jako zdroj tlakové vody. [11]



Obr. 5 – Vícestupňové horizontální článkové čerpadlo[11]



Obr. 6 – Průřez vícestupňovým horizontálním článkovým čerpadlem [11]

*1 - oběžné kolo. 2- článek rozvaděče, 3 – ucpávka, 4 – hřídel, 5 – výtlačné těleso,
6 - sací těleso, 7 – ložiska,*

Vícestupňové horizontální článkové čerpadlo sestává z mnoha součástí, které jsou z převážné části dodávány ze skladu z materiálu přímo na montáž. Mezi hlavní součásti tohoto čerpadla, které se uvádějí do výroby ve výrobní hale společnosti, patří:

- oběžné kolo,
- hřídel,
- sací těleso,
- výtlačné těleso,
- článek rozvaděče.

3.3 Definice stěžejního výrobního zařízení

3.3.1 Výběr součástí

Při rozhodování významnosti jednotlivých součástí posuzují četnost jejich výskytu na daném čerpadle a čas strávený výrobou, který jsem sčítal z jednotlivých operací technologického postupu součástí viz. tabulka 3. Zvláštností je, že u výroby oběžných kol tohoto typu čerpadel má každé toto kolo jiný průměr, co je zapříčiněno konstrukcí, a proto nemohou být obráběna najednou.

Dílec	Počet kusů	Doba výroby jedné součásti (min)	Celková doba výroby (min)	Pořadí v montáži
Oběžné kolo	11	810	8910	2
Hřídel	1	6430	6430	1
Sací těleso	1	10127	10127	5
Výtlačné těleso	1	10391	10391	4
Článek rozvaděče	10	720	7200	3

Tab. 2 – Výrobní časy a pořadí montáže jednotlivých součástí čerpadla

V tabulce 2 je patrné, že součást s nejdelším výrobním časem, je oběžné kolo. Toto oběžné kolo spolu s hřídelí tvoří z pohledu konstrukce střed čerpadla. Při montáži se tyto součásti montují jako první a ostatní součásti na ně navazují. Doba výroby je tedy klíčová.

Oběžná kola jsou na daný typ čerpadla dodávána jako odlitky a ve společnosti jsou dále obráběna do podoby finální součásti.



Obr. 7 – Oběžné kolo čerpadla

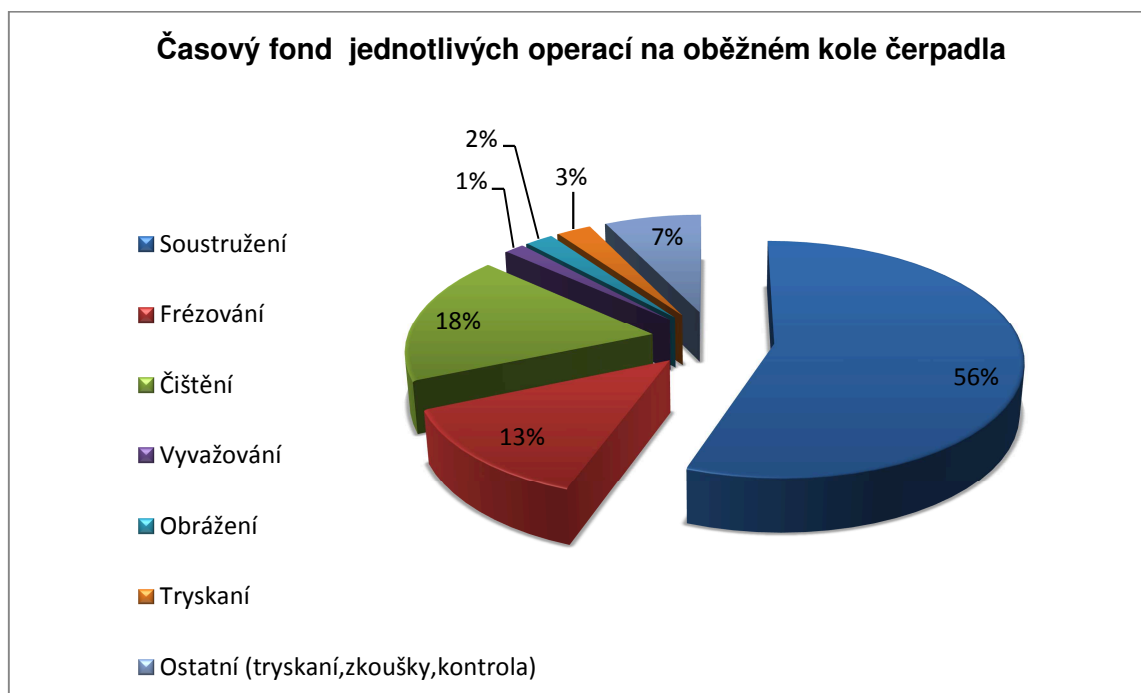
3.3.2 Výběr výrobního zařízení

Při stanovení časového fondu operací na oběžném kole jsem použil technologický postup pro tuto součást, tabulka 3. Jednotlivé operace jsou rozčleněny a jejich časy sečteny a zobrazeny do podoby grafu 6. Výrobní výkres k technologickému postupu oběžného kola je obsahem přílohy A.

Technologický postup oběžného kola				
Č. Oper.	Pracoviště	Popis operace	Čas přípravy (min)	Čas práce (min)
1	Tryskač	Tryskat vnitřní stranu kanálu + lopatek	3	19
2	Soustruh	Upnout za surový Ø 400 + vyrovnat Stočit zbytky po uřezání nálitku Soustružit čelní stranu na L=65 + přídavek Ø 244 na Ø 240 h7 x l=24	25	79
3	Soustruh	Upnout za Ø 240h7+ vyrovnat Soustružit na Ra 3,2 čelo L=65+ přídavek Ø 123 na Ø 125 H8 skrz + Ø 402 na Ø 400 po celé délce + Ø 150 + R5 x hl=6 + uhel 45°	25	40
4	Soustruh	Upnout za Ø 400 do spec. čel. + vyrovnat Soustružit na Ra 3,2 čelo L=67+ Ø 216+R8 napojit Ø 150+plynule napojit	25	73
5	Frézka	Upnout na otočný stůl + vyrovnat + pootáčet. Frézovat šířku kanálu dle výkresu	25	26
6	Čistírna	Vypilovat + vyčistit vstupní a výstupní části kanálů lopatek + očistit pro kontrolu + odhrotit a upravit vstupy v délce l = 20	10	110
7	Mezioperační kontrola	KO vad + vadná místa označit	2	14
8	Zkušebna	Elektromagnetická polévací zkouška	2	16
9	Soustruh	Upnout za na Ø 240h7 do sklíčidla s měkkými čel. +vyrovnat dle stěn kanálu Soustružit čelní stěnu náboje na L=66,5 Ø 400 po celé délce, čelní stěnu disku opracovat na hotovo + 2x sražení 45°	25	30
10	Soustruh	Upnout do zatočených čelistí za Ø 400 + vyrovnat čelní stěnu náboje + kola na L=66 Ø240h7 x l=24 + Soustružit čelní stěnu disku na hotovo Upravit R8 na vstupu – napojit Ø125H7	30	34
11	Obrážecí stroj	Upnout za Ø 400+ vyrovnat Opracovat drážku š=20P9 skrz	9	8

Č. Oper.	Pracoviště	Popis operace	Čas přípravy (min)	Čas práce (min)
12	Soustruh	Upnout do zatočených čelistí za Ø400+vyrovnat Soustružit Ø125H7 skrz čelní stěny náboje na L=65+0,1 + čelo ob. kola na L=65 Srazit hrany 1x 45° Ø 240h7 x l=24+čelní stranu	30	34
13	Čistírna	Odhrotit drážku + ostré hrany + lopatky	0	15
14	Statické vyvažování	Upnout na trn Vyvážit staticky na hodnoty dle výkresu + označit směr nevývažku pod plochou odběru	2	10
15	Frézka	Upnout na otočný stůl Odfrézovat udané množství materiálu – nevývažek ...případně opakovat	25	30
16	Čistírna	Odhrotit drážky+ zabrousit výběhy po vyvažování	0	10
17	Kontrola	KO vad + vadná místa označit Kontrola defektoskopie Konečná kontrola rozměrů dle výkresu	4	20

Tab. 3 - Technologický postup pro výrobu oběžného kola



Graf 6 - Časový fond jednotlivých operací na oběžném kole

Při pohledu na graf 6 je patrné, že z velké části se oběžná kola vyrábí soustružením. Tato operace probíhá na pracovišti, které je vybaveno hrotovým soustruhem SUI 80/2000 patrný na obrázku 8.



Obr. 8 – Hrotový soustruh SUI 80/2000

3.4 Studie využití časového fondu

K časové studii vytíženosti výrobního zařízení jsem se rozhodl použít metodu snímku pracovního dne, kde ze zjištěných údajů provedu výpočet bilance skutečné spotřeby času. Tímto způsobem chci zjistit velikost jednotlivých složek času při směně pracovníka z důvodu odhalení velikosti časových ztrát.

Pro větší objektivnost jsem provedl v různých třech dnech, snímek pracovního dne jednoho pracovníka. Tento pracovník obsluhuje horizontální soustruh SUI 80/2000 a jeho náplní práce je výroba oběžných kol. Pracovníka jsem obeznámil s pozorováním a jednotlivá měření se uskutečnili ve standardních podmínkách provozu směny. Měření jsou zachycena do tabulek 4, 6, 8 a zpracována početně i graficky.

Snímek pracovního dne A

Pozorovací list pro snímek pracovního dne a snímek průběhu práce				
Poř. číslo	Čas Postupový (hod)	Čas Jednotkový (min)	Symbol času	Název spotřeby času
1	6:00			Začátek směny
2	6:05	5	T _D	Příchod na pracoviště
3	6:20	15	T _{C1}	Příprava pracoviště
4	6:23	3	T _D	Příprava čaje
5	6:30	7	T _{B1}	Studium výkresové dokumentace
6	6:38	8	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 2
7	7:43	65	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 2
8	7:55	12	T _D	Vyřízení soukromých záležitostí
9	8:01	6	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní dle operace č. 2
10	9:02	61	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 2
11	9:08	6	T _E	Rozhovor s mistrem
12	9:15	7	T _D	Svačina
13	9:24	9	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní dle operace č. 2
14	9:32	8	T _{C2}	Toaleta
15	10:41	69	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 2
16	10:49	8	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní dle operace č. 2
17	10:59	10	T _D	Rozhovor s kolegou
18	11:29	30	T _{C2}	Přestávka na oběd
19	11:33	4	T _D	Pozdní příchod na pracoviště
20	12:33	60	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 2
21	12:37	4	T _D	Příprava čaje
22	12:50	13	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní dle operace č. 2
23	13:58	68	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 2
24	14:00	2	T _D	Odchod z pracoviště
25	14:00			Konec směny

Tab. 4 – Snímek pracovního dne A pracovníka

Bilance skutečné spotřeby času			
Druh času	Symbol času	Minuty	Času směny %
Čas jednotkové práce	T_{A1}	367	76,4
Čas dávkové práce	T_{B1}	7	1,5
Čas směnové práce	T_{C1}	15	3,1
Čas práce	T_1	389	81
Čas obecně nutných přestávek	T_2	38(30)	7,9(6,2)
Čas podmíněně nutných přestávek	T_3	0	0
Osobní ztráty	T_D	47	9,8
Technicko – organizační ztráty	T_E	6	1,2
Čas směny	T	480	100

Tab. 5 – Bilance skutečné spotřeby času pracovního dne A

Ukazatele využití času směny pracovního dne A

Stupeň zaměstnanosti pracovníka

$$U_1 = \frac{T_1 + T_2}{T} \cdot 100 = \frac{389 + 38}{480} \cdot 100 = \underline{88,9\%}$$

Podíl podmíněně nutných přestávek

$$U_2 = \frac{T_3}{T} \cdot 100 = \frac{0}{480} \cdot 100 = \underline{0\%}$$

Podíl zbytečné spotřeby času způsobené pracovníkem

$$U_3 = \frac{T'_2 - T_2 + T_D}{T} \cdot 100 = \frac{38 - 30 + 47}{480} \cdot 100 = \underline{11,4\%}$$

Podíl zbytečné spotřeby času způsobené technicko – organizačními ztrátami

$$U_4 = \frac{T_E}{T} \cdot 100 = \frac{6}{480} \cdot 100 = \underline{1,2\%}$$

Podíl možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené pracovníkem

$$U_5 = \frac{T'_2 - T_2 + T_D}{T - (T'_2 - T_2 + T_D + T_E)} \cdot 100 = \frac{38 - 30 + 47}{480 - (38 - 30 + 47 + 6)} \cdot 100 = \underline{13,1\%}$$

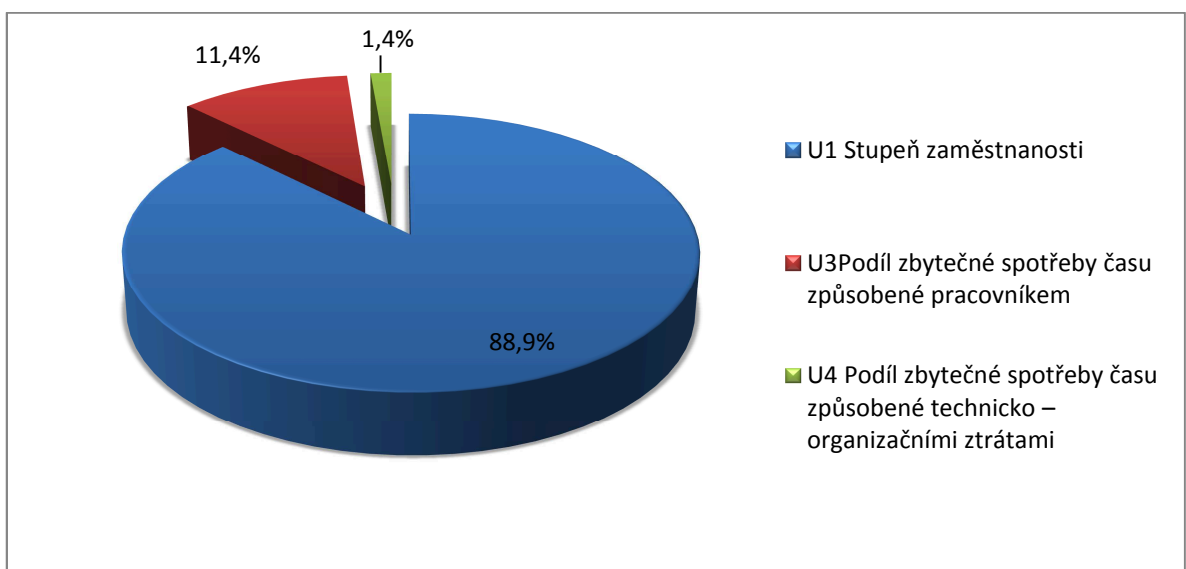
Procento možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené technicko – organizačními nedostatky

$$U_6 = \frac{T_E}{T - (T'_2 - T_2 + T_D + T_E)} \cdot 100 = \frac{6}{480 - (38 - 30 + 47 + 6)} \cdot 100 = \underline{1,4\%}$$

Celkové procento možného zvýšení produktivity práce

$$U_7 = U_5 + U_6 = 13,1 + 1,4 = \underline{14,5\%}$$

V následujícím grafu 9 jsou shrnuty hlavní ukazatele využití času U_1 , U_3 , U_4 pro znázornění jejich podílu na celkovém čase směny. Výsledky využití času směny pracovního dne B budou dále zpracovány v této kapitole ve vyhodnocení využití časového fondu.



Graf 7 – Využití času směny pracovníka ve dni A

Snímek pracovního dne B

Pozorovací list pro snímek pracovního dne a snímek průběhu práce				
Poř. číslo	Čas Postupový (hod)	Čas Jednotkový (min)	Symbol času	Název spotřeby času
1	6:00			Začátek směny
2	6:07	7	T _D	Příchod na pracoviště
3	6:17	10	T _{C1}	Příprava pracoviště
4	6:29	12	T _D	Rozhovor s kolegou
5	6:38	9	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 2
6	7:38	60	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 2
7	7:51	13	T _D	Svačina
8	8:06	15	T _{B1}	Měření výrobků
9	8:14	8	T _{B1}	Studium výkresové dokumentace
10	8:25	11	T _D	Pomoc kolegovi (není součástí práce)
11	8:31	6	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 3
12	8:43	12	T _{C2}	Toaleta
13	9:12	29	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 3
14	9:19	7	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 3
15	9:47	28	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 3
16	9:59	12	T _E	Rozhovor s mistrem
17	10:06	7	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 3
18	10:36	30	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 3
19	10:44	8	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 3
20	11:15	31	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 3
21	11:45	30	T _{C2}	Přestávka na oběd
22	11:50	5	T _D	Pozdní příchod na pracoviště
23	11:59	9	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 3
24	12:12	13	T _D	Vyřízení osobních záležitostí
25	12:39	27	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 3
26	12:46	7	T _{C2}	Toaleta
27	12:56	10	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 3
28	13:11	15	T _D	Rozhovor s kolegou
29	13:42	31	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 3
30	13:55	13	T _{C1}	Úklid pracoviště
31	14:00	5	T _D	Odchod z pracoviště
32	14:00			Konec směny

Tab. 6 – Snímek pracovního dne B pracovníka

Bilance skutečné spotřeby času			
Druh času	Symbol času	Minuty	Času směny %
Čas jednotkové práce	T_{A1}	292	60,8
Čas dávkové práce	T_{B1}	23	4,8
Čas směnové práce	T_{C1}	23	4,8
Čas práce	T_1	338	70,4
Čas obecně nutných přestávek	T_2	49(30)	10,2(6,2)
Čas podmíněně nutných přestávek	T_3	0	0
Osobní ztráty	T_D	81	16,9
Technicko – organizační ztráty	T_E	12	2,5
Čas směny	T	480	100

Tab. 7 – Bilance skutečné spotřeby času pracovního dne B

Ukazatele využití času směny pracovního dne B

Stupeň zaměstnanosti pracovníka

$$U_1 = \frac{T_1 + T_2}{T} \cdot 100 = \frac{338 + 49}{480} \cdot 100 = \underline{80,6\%}$$

Podíl podmíněně nutných přestávek

$$U_2 = \frac{T_3}{T} \cdot 100 = \frac{0}{480} \cdot 100 = \underline{0\%}$$

Podíl zbytečné spotřeby času způsobené pracovníkem

$$U_3 = \frac{T'_2 - T_2 + T_D}{T} \cdot 100 = \frac{49 - 30 + 81}{480} \cdot 100 = \underline{20,8\%}$$

Podíl zbytečné spotřeby času způsobené technicko – organizačními ztrátami

$$U_4 = \frac{T_E}{T} \cdot 100 = \frac{12}{480} \cdot 100 = \underline{2,5\%}$$

Podíl možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené pracovníkem

$$U_5 = \frac{T'_2 - T_2 + T_D}{T - (T'_2 - T_2 + T_D + T_E)} \cdot 100 = \frac{49 - 30 + 81}{480 - (49 - 30 + 81 + 12)} \cdot 100 = \underline{27,2}$$

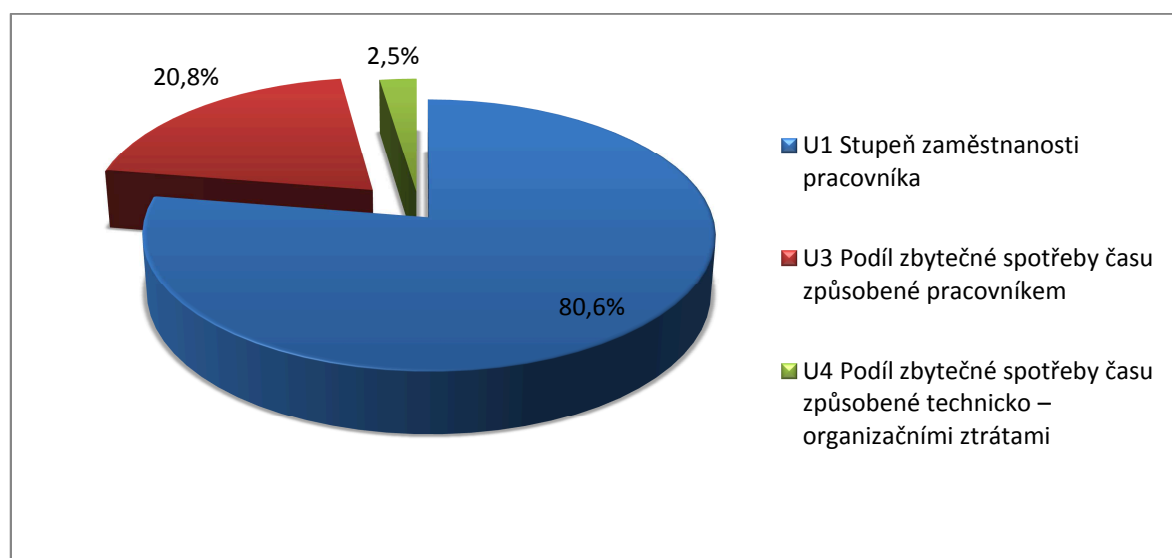
Procento možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené technicko – organizačními nedostatky

$$U_6 = \frac{T_E}{T - (T'_2 - T_2 + T_D + T_E)} \cdot 100 = \frac{12}{480 - (49 - 30 + 81 + 12)} \cdot 100 = \underline{3,2\%}$$

Celkové procento možného zvýšení produktivity práce

$$U_7 = U_5 + U_6 = 27,2 + 3,2 = \underline{30,4}$$

V následujícím grafu 8 jsou shrnuty hlavní ukazatele využití času U_1 , U_3 , U_4 pro znázornění jejich podílu na celkovém čase směny. Výsledky využití času směny pracovního dne B budou dále zpracovány v této kapitole ve vyhodnocení využití časového fondu.



Graf 8 - Využití času směny pracovníka ve dni B

Snímek pracovního dne C

Pozorovací list pro snímek pracovního dne a snímek průběhu práce				
Poř. číslo	Čas Postupový (hod)	Čas Jednotkový (min)	Symbol času	Název spotřeby času
1	6:00			Začátek směny
2	6:06	6	T _D	Příchod na pracoviště
3	6:11	5	T _{B1}	Přísun ob. kol z mezioperační kontroly
4	6:19	8	T _D	Upnutí a vyrovnaní č. 3 (kvůli opravě)
5	6:30	11	T _D	Oprava vad
6	6:37	7	T _D	Upnutí a vyrovnaní č. 4 (kvůli opravě)
7	6:53	16	T _D	Oprava vad
8	7:08	15	T _{B1}	Nastavení stroje
9	7:17	9	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 9
10	7:38	21	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 9
11	7:46	8	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 9
12	8:06	22	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 9
13	8:20	14	T _D	Svačina
14	8:26	6	T _D	Odchod z pracoviště-káva s kolegy
15	8:34	8	T _{C2}	Toaleta
16	8:43	9	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 9
17	9:02	19	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 9
18	9:09	7	T _D	Rozhovor s kolegou
19	9:19	10	T _{B1}	Obstarání nového nástroje
20	9:23	3	T _{B1}	Upnutí nástroje
21	9:32	9	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 9
22	9:52	20	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 9
23	10:00	8	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 9
24	10:21	21	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 9
25	10:29	8	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 9
26	10:48	19	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 9
27	10:59	11	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 9
28	11:09	10	T _D	Rozhovor s kolegou
29	11:39	30	T _{C2}	Přestávka na oběd
30	11:47	8	T _D	Pozdní příchod na pracoviště
31	12:07	20	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 9
32	12:16	9	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 9

33	12:38	22	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 9
34	12:41	3	T _{C2}	Toaleta
35	12:48	7	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 9
36	13:08	20	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 9
37	13:20	12	T _D	Rozhovor s kolegou
38	13:29	9	T _{A1}	Upnutí a vyrovnaní č. 9
39	13:48	19	T _{A1}	Soustružení dle operace č. 9
40	13:53	5	T _{C1}	Úklid pracoviště
41	14:00	7	T _D	Odchod z pracoviště
42	14:00			Konec směny

Tab. 8 – Snímek pracovního dne C pracovníka

Bilance skutečné spotřeby času			
Druh času	Symbol času	Minuty	Času směny %
Čas jednotkové práce	T _{A1}	289	60,2
Čas dávkové práce	T _{B1}	33	6,9
Čas směnové práce	T _{C1}	5	1
Čas práce	T ₁	327	68,1
Čas obecně nutných přestávek	T ₂	41(30)	8,5(6,2)
Čas podmíněně nutných přestávek	T ₃	0	0
Osobní ztráty	T _D	112	23,3
Technicko – organizační ztráty	T _E	0	0
Čas směny	T	480	100

Tab. 9 – Bilance skutečné spotřeby času pracovního dne C

Ukazatele využití času směny pracovního dne C

Stupeň zaměstnanosti pracovníka

$$U_1 = \frac{T_1 + T_2}{T} \cdot 100 = \frac{327 + 41}{480} \cdot 100 = \underline{76,6\%}$$

Podíl podmíněně nutných přestávek

$$U_2 = \frac{T_3}{T} \cdot 100 = \frac{0}{480} \cdot 100 = \underline{0\%}$$

Podíl zbytečné spotřeby času způsobené pracovníkem

$$U_3 = \frac{T'_2 - T_2 + T_D}{T} \cdot 100 = \frac{41 - 30 + 112}{480} \cdot 100 = \underline{25,6\%}$$

Podíl zbytečné spotřeby času způsobené technicko – organizačními ztrátami

$$U_4 = \frac{T_E}{T} \cdot 100 = \frac{0}{450} \cdot 100 = \underline{0\%}$$

Podíl možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené pracovníkem

$$U_5 = \frac{T'_2 - T_2 + T_D}{T - (T'_2 - T_2 + T_D + T_E)} \cdot 100 = \frac{41 - 30 + 112}{480 - (41 - 30 + 112 + 0)} \cdot 100 = \underline{34,4\%}$$

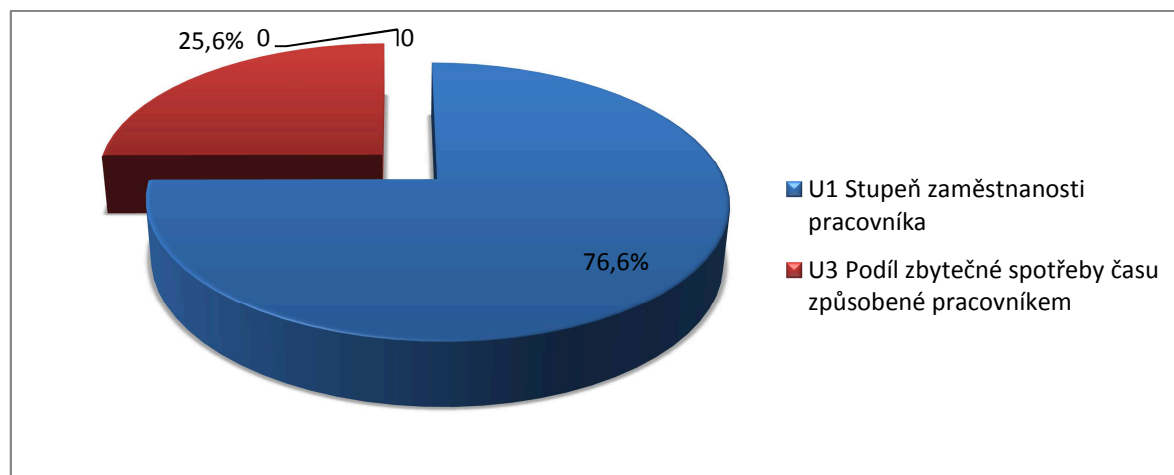
Procento možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené technicko – organizačními nedostatky

$$U_6 = \frac{T_E}{T - (T'_2 - T_2 + T_D + T_E)} \cdot 100 = \frac{0}{480 - (41 - 30 + 112 + 0)} \cdot 100 = \underline{0\%}$$

Celkové procento možného zvýšení produktivity práce

$$U_7 = U_5 + U_6 = 34,4 + 0 = \underline{34,4\%}$$

V následujícím grafu 9 jsou shrnuty hlavní ukazatele využití času U_1 , U_3 , pro znázornění jejich podílu na celkovém čase směny. Výsledky využití času směny pracovního dne C budou dále zpracovány v této kapitole ve vyhodnocení využití časového fondu.

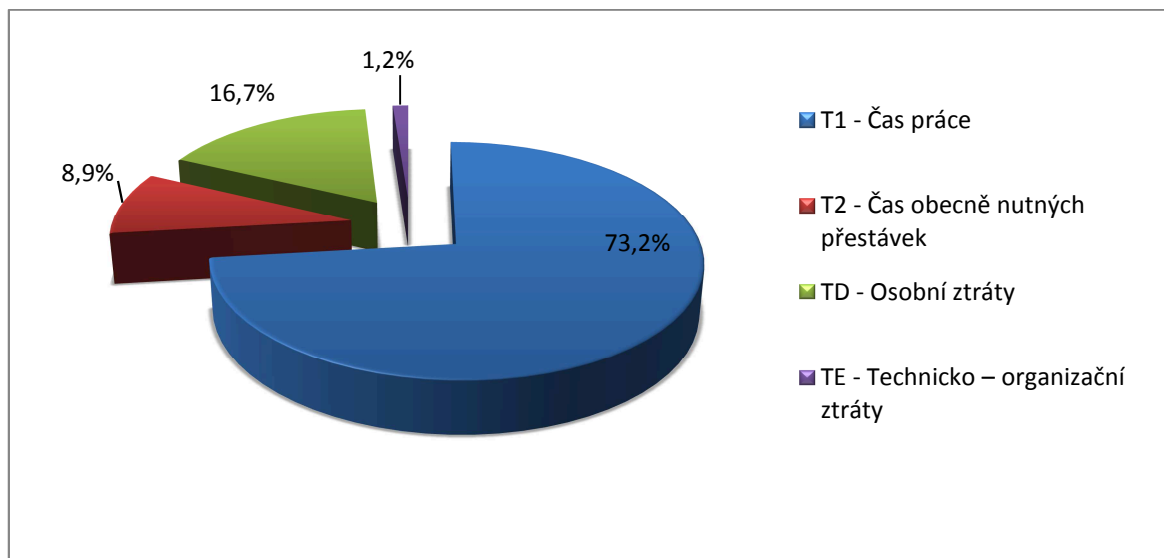


Graf 9 - Využití času směny pracovníka ve dni C

Vyhodnocení využití časového fondu

Průměrná bilance spotřeby času v jedné směně						
Druh času	Symbol času	Minuty			Průměrný čas (min)	Času směny %
		Den A	Den B	Den C		
Čas jednotkové práce	T_{A1}	367	292	289	316	65,8
Čas dávkové práce	T_{B1}	7	23	33	21	4,3
Čas směnové práce	T_{C1}	15	23	5	14,3	3
Čas práce	T_1	389	338	327	351,3	73,2
Čas obecně nutných přestávek	T_2	38(30)	49(30)	41(30)	42,6(30)	8,9(6,2)
Čas podmíněně nutných přestávek	T_3	0	0	0	0	0
Osobní ztráty	T_D	47	81	112	80	16,7
Technicko – organizační ztráty	T_E	6	12	0	6	1,2
Čas směny	T	480	480	480	480	100

Tab. 10 – Průměrná bilance spotřeby času v jedné směně



Graf 10 – Průměrné využití času směny pracovníka

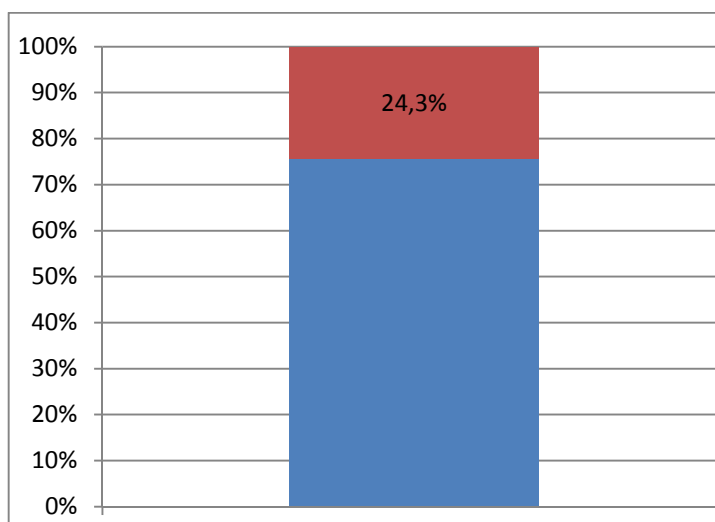
V tabulce 11 jsem shrnul všechny naměřené hodnoty časů z bilancí náhodně vybraných pracovních dnů A, B, C. Vypočítal jsem jejich aritmetický průměr a procentuálně vyjádřil jejich podíl na celkovém čase směny. Tyto hodnoty jsou zobrazeny v grafu 10.

Z grafu 10, který znázorňuje průměrné využití času směny pracovníka je patrné, že osobní ztráty se podílí na celkovém čase směny téměř 16,7%. Takto velký podíl osobního ztrátového času je zapříčiněn tím, že pracovník často hovoří s kolegou, svačí, chodí pozdě na pracoviště nebo vyřizuje osobní záležitosti. Část těchto ztrát vznikla poté, co se vyráběná oběžná kola vrátila z mezioperační kontroly v pracovním dni C. Na kontrole byly nalezeny vady v rozměrech na dvou oběžných kolech. Naštěstí byly tyto vady vratné a pracovník provedl jejich opravu. Tato oprava se však projevila v podobě ztrátového času.

Čas obecně nutných přestávek se podílí na celkovém čase směny 8,9%. V tomto čase jsou zahrnuty zákonem povinné půlhodinové přestávky na oběd, které ovšem zaměstnavatel hradit nemusí. Pokud by nedocházelo k hrazení těchto přestávek na oběd, které jsou neproduktivním časem, může zaměstnavatel při průměrné mzdě pracovníka 120 Kč/hod ušetřit 60 Kč za den. Při ročním vyčíslení je tato úspora 21 900 Kč.

Pro zjištění podílu možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené pracovníkem provedu následující výpočet

$$U_5 = \frac{T'_2 - T_2 + T_D}{T - (T'_2 - T_2 + T_D + T_E)} \cdot 100 = \frac{42,6 - 30 + 80}{480 - (42,6 - 30 + 80 + 6)} \cdot 100 = \underline{24,3\%}$$



Graf 11 – Podíl možného zvýšení produktivity práce

4 Identifikace nedostatků, návrhy na zlepšení

Odstranění osobních ztrát pracovníka

Podíl 24,3% možného zvýšení produktivity, jak je znázorněno v grafu 11, představuje na celkovém čase směny téměř dvou hodinovou osobní ztrátu. Jestliže by došlo k odstranění osobních ztrát pracovníka, kdy dochází k neproduktivnímu času, jak jeho samotného, tak stroje který obsluhuje, mohli bychom docílit velké úspory v nákladech na toto pracoviště. Hodnota této úspory je vyčíslena v tabulce 11.

Možné zvýšení produktivity 24,3 % z času směny	cca 2hod/směna
Náklady na chod stroje	250 Kč/hod
Mzda zaměstnance	120 Kč/hod
Možná denní úspora po odstranění osobních ztrát	740 Kč
Možná roční úspora po odstranění osobních ztrát	270 100Kč

Tab. 11 – Možné úspory

Odstranění osobních ztrát ⇒ Roční úspora na pracoviště cca 270 000 Kč

Zpřesnění normy spotřeby práce

Při pohledu na stávající technologický postup tabulka 3 v kapitole 3.3.2 jsem zjistil, že čas přípravy a čas práce neodpovídá reálným hodnotám zjištěných ve snímcích pracovního dne A, B, C, v kapitole 3.4.

Technologický postup			Průměrný čas ve snímcích pracovního dne A, B, C	
Č. operace (min)	Čas přípravy (min)	Čas práce (min)	Čas přípravy (min)	Čas práce (min)
2	25	79	8,8	63,8
3	25	40	7,8	29,3
9	25	30	9,6	22,5

Tab. 12 – Normy spotřeby práce

Navrhuji, aby byly znovu stanoveny normy spotřeby práce na všech operacích oběžného kola. Tím lze předejít k tvorbě ztrátových časů co má za následek zvýšení produktivity. Pro stanovení spotřeby časů jednotlivých operací doporučuji provést snímek operace pomocí chronometráže. Rovněž navrhuji, aby byl do technologického postupu přidán čas na jednotlivé přesuny po výrobní hale, kvůli vzniku ztrát způsobených příliš dlouhou přepravou.

Zefektivnění výrobního procesu

V analýze výrobního sortimentu jsem zjistil, že vícestupňové horizontální článkové čerpadlo má největší podíl na tržbě. A jeho nejdůležitější součást z hlediska výroby je oběžné kolo, které se vyskytuje na čerpadle v průměrném počtu 11 kusů. Při takto velkém objemu výroby této součásti, by bylo vhodné uvažovat o zakoupení CNC soustruhu, který by zrychlil výrobu této součásti zkrácením průběžné doby výroby a zároveň omezil vznik vad zapříčiněných lidským faktorem. Tento návrh je nutno přezkoumat z pohledu návratnosti investice.

5 Závěr

V této práci užívám poznatků, které jsem načerpal během studia a snažil jsem se je aplikovat v praxi. Podkladem mi byla teoretická východiska, jež se zabývají problematikou řízení výroby, analýzy a jejího vyhodnocení, měření spotřeby času a možného zvýšení produktivity.

Cílem bakalářské bylo přinést návrhy na zlepšení v oblasti výrobního procesu hydrodynamických čerpadel a to provedením analýzy výroby z důvodu nalezení nedostatků ve stávajícím procesu. Při pozorování sem narazil na chyby, které způsobují neefektivnost.

Bakalářská práce se nejprve zaměřuje na taktické cíle, kde jsem zjistil pomocí Paretovy analýzy výrobního programu typ čerpadla s největším podílem na tržbě firmy. Na tomto typu čerpadla jsem odhalil, že součást oběžné kolo má nejvýznamnější podíl na jeho výrobě. Při prostudování technologického postupu této součásti jsem zjistil, že nejdůležitější operací je soustružení. V mém návrhu na zefektivnění je uvedeno doporučení ohledně zvážení potřeby nákupu CNC soustruhu, který by urychlil výrobu velkého množství oběžných kol a zároveň omezil vznik jejich vad vznikajících lidským faktorem

V další části se zaměřuji na studii využití časového fondu na pracovišti, kde probíhá soustružení oběžných kol. K tomuto účelu byly provedeny tři snímky různých pracovních dnů, které odhalili velké osobní ztráty pracovníka. Při výpočtu bylo zjištěno, že po odstranění těchto ztrát by roční úspora na tomto pracovišti dosáhla výše cca 270 000 Kč. Zároveň snímky pracovního dne odhalily, že průměrné časy příprav a časy práce neodpovídají časům uvedených v technologickém postupu. Navrhuji, aby byla aktualizována časová základna normy spotřeby práce na daných operacích oběžných kol, provedením snímku operace pomocí chronometráže. Také navrhuji, aby byl uveden v technologickém postupu čas potřebný na přesun po výrobní hale.

Seznam použité literatury

- [1] TOMEK, Gustav; VÁVROVÁ, Věra. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 378 s. ISBN 978-80-247-1479-0.
- [2] ZELENKA, Antonín. *Projektování výrobních procesů a systémů*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. 135 s. ISBN 978-80-01-03912-0.
- [3] KEŘKOVSKÝ, Miroslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. Praha: C. H. Beck, 2009. 137 s. ISBN 978-80-7400-119-2.
- [4] PTÁČEK, Stanislav. *Řízení výrobních procesů*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2004. 101 s. ISBN 80-248-0617-7.
- [5] ZELENKA, Antonín; PRECLÍK, Vratislav. *Racionalizace výroby*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. 132 s. ISBN 80-01-02870-4.
- [6] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení výroby*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2012. 223 s. ISBN 978-80-248-2775-9.
- [7] NOVÁK, Josef a kol. *Organizace a řízení*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2006. 105 s. ISBN 80-248-1223-1.
- [8] VYTLAČIL, Milan; MAŠÍN, Ivan. *Dynamické zlepšování procesů*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999. 193 s. ISBN 80-902235-3-2.
- [9] BRADA, Karel; HAVLÍNEK, Petr. *Čerpadla ve vodním hospodářství*. 1. vyd. Brno: NOEL 2000, 2004. 195 s. ISBN 80-86020-43-6.
- [10] Výroční zprávy společnosti [online]. Dostupné z:
<http://portal.justice.cz/Justice2/Uvod/uvod.aspx>
- [11] Interní materiály společnosti

Seznam příloh

Příloha A - Výrobní výkres oběžného kola